

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

REC'D 11 PCT 2004
WIL-

**Intyg
Certificate**

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) *Sökande* Gas Turbine Efficiency AB, Järfälla SE
Applicant (s)

(21) *Patentansökningsnummer* 0302550-9
Patent application number

(86) *Ingivningsdatum* 2003-09-25
Date of filing

Stockholm, 2004-09-28

*För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office*

Cörel Gustafsson
Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

**PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN**

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATOREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

BEST AVAILABLE COPY

Ink i Patent- och reg.verket.

1

2003-09-25

Huvudfaxen Kassan

MUNSTYCKE FÖR RENGÖRING AV GASTURBINKOMPRESSORER**Tekniskt område**

Föreliggande uppfinning hänför sig allmänt till rengöring av

- 5 gasturbinenheter och i synnerhet till ett munstycke för rengöring av en gasturbinenhet under drift. Uppfinningen hänför sig vidare till ett förfarande för att rengöra en gasturbinenhet under drift.

Beskrivning av känd teknik

- 10 Uppfinningen hänför sig sålunda allmänt till tvättning av gasturbiner utrustade med axialkompressorer eller radialkompressorer. Gasturbiner innehåller en kompressor för att komprimera luft, en brännkammare för att förbränna bränsle tillsammans med den komprimerade luften och en turbin för att driva kompressorn.
- 15 Kompressorn innehåller i sin tur en eller en mångfald av kompressionssteg, varav ett kompressionssteg består av en rotorskiva med skovelblad och efterföljande statorskiva med ledskenor.

- 20 Gasturbiner konsumerar vid drift stora kvantiteter luft. Luften innehåller föroreningar i form av små partiklar, så kallade aerosoler, som sugs in i gasturbinens kompressor med luftströmmen. En majoritet av dessa partiklar följer luftströmmen och lämnar gasturbinen genom avgaserna. Det finns emellertid partiklar med egenskapen att fastna på komponenter i gasturbinens luftkanaler.
- 25 Dessa partiklar bygger upp en beläggning på komponenterna, varvid komponenternas aerodynamiska egenskaper försämras. Beläggningen förorsakar, i likhet med en stegring av ytans råhet, en förändring i gränsskiksströmningen utmed ytan. Beläggningen, d.v.s. ökningen av ytans råhet, resulterar i tryckstegringsförluster samt en reduktion av den luftmängd som kompressorn komprimerar. För gasturbinen som helhet innebär det en verkningsgradsförsämring, ett reducerat massflöde samt ett

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfoxen Kassan
reducerat trycksförhållande. För att reducera nedsmutsningen är
moderna gasturbiner utrustade med filter för filtrering av luften till
kompressorn. Dessa filter kan bara fånga en del av partiklarna. För
att upprätthålla en ekonomisk drift av gasturbinen visar det sig

5 därför nödvändigt att regelbundet rengöra
kompressorkomponenternas yta så att de goda aerodynamiska
egenskaperna kan vidmakthållas.

Olika metoder att rengöra gasturbinkompressorer är förut kända. Att
10 injicera krossade nätskal i luftströmmen till kompressorn har visat
sig praktiskt användbart. Nackdelen med denna teknik är att
nätskalsmaterial kan finna väg in i gasturbinens interna luftsyste
med igensättning av kanaler och ventiler som följd. En annan metod
förr rengöring baseras på att väta kompressorkomponenterna med en
15 tvättvätska. Vätskan injiceras genom munstycken som skapar en
spray av tvättvätskan in i luftintaget till kompressorn.

Stationära gasturbiner är av varierande storlek. De på marknaden
förekommande största gasturbinerna har en
20 kompressorrotordiameter överstigande två meter. Luftkanalen som
leder fram till kompressorinloppet får därmed också stora geometrier.
För en gasturbin med en två meter rotordiameter kan avståndet till
den motstående kanalväggen i luftkanalen vara mer än en meter. Då
dessa stora geometrier råder uppstår svårigheter att injicera
25 tvättvätska in i den centrala delen av luftkanalen. Följer tvättvätskan
den centrala delen av luftströmmen kommer rotorbladens och
ledskonornas ytor väsentligen att blötläggas varvid en god tvätteffekt
uppnås. Om tvättvätskan istället följer luftströmmen nära
kanalväggen kommer tvättvätskan på ett otillräckligt sätt blötlägga
30 rotorblad och ledskenor. Vidare kommer en del av tvättvätskan att
fängas av gränsskiktsströmningen invid kanalväggen varvid vätska
bildar där en vätskefilm som transporteras in i kompressorn av

Int. t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Muvudfaxes Kassan

luftströmmen. Denna tvättvätska deltar inte i rengöringsprocessen och kan rent av orsaka skada om t.ex. vätskan fyller gapet mellan rotorbladspets och hölje.

- 5 I motsats till stora gasturbiner med stora geometrier finns mindre gasturbiner med måttliga dimensioner på luftkanalen. För mindre gasturbiner kan sprayen lättare penetrera in i luftströmmens kärna. Från verkliga installationer av tvättsystem har man observerat att spray från konventionella munstycken penetrerar luftströmmen
10 några 10-tal centimetrar. För de flesta mindre och medelstora gasturbiner är detta tillräckligt för att rotorblad och ledskenor skall blötläggas tillfredsställande. Ett problem är dock att konventionella munstycken inte är kapabla penetrera luftströmmen till gasturbiner med stora geometrier.
- 15 En föredragen form för rengöring baseras på att väta kompressorkomponenterna med en tvättvätska. Vätskan injiceras genom ett munstycke som skapar en spray av tvättvätskan in i luftintaget till kompressorn. Tvättvätskan kan bestå av vatten eller
20 vatten blandat med kemikalier. Under tiden som tvättvätskan injiceras roterar gasturbinens rotor med hjälp av gasturbinens startmotor. Denna metod kallas för "crank washing" eller "off-line washing" och utmärkes av att gasturbinen inte förbränner bränsle under rengöringen. Sprayen framvingas genom att rengöringsvätska pumpas genom munstycken som finfördelar vätskan. Munstyckena
25 är installerade på luftkanalens väggar uppströms kompressorns inlopp eller installerade på en ram som temporärt placeras i insugskanalens.
- 30 Metoden innebär att kompressorkomponenterna blir dränkta med rengöringsvätska och smutspartiklarna frigöres genom kemiska effekter av vätskan tillsammans med mekaniska krafter, som härrör

Ink. t Patent- och reg.verket

4

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassan

från rotorns rotation. Metoden anses vara effektiv och nyttig.

Rotorhastigheten vid crank washing är en bråkdel av hastigheten vid normal drift av gasturbinen. En viktig egenskap med crank washing är att rotorn roterar vid låg hastighet, varvid det föreligger liten risk

5 för mekaniska skador. Vid utnyttjande av denna metod måste man alltså ta gasturbinenheten ur drift som bl.a. medföljer produktionsbortfall och stora kostnader.

En från US-A-5011540 känd metod är baserad på att

10 kompressorkomponenterna vätes med rengöringsvätska medan gasturbinen är i drift. Metoden kallas för "on-line washing" och kännetecknas av att bränsle förbränns i gasturbinenhetens brännkammare. Metoden har gemensamt med crank washing att en tvättvätska injiceras uppströms kompressorn. Denna metod är inte
15 lika effektiv som crank washing. Den lägre effektiviteten är en följd av att sämre rengöringsmekanismer råder vid höga rotorhastigheter och höga lufthastigheter då gasturbinen är i drift. T.ex. bör en noga
avvägd mängd tvättvätska injiceras eftersom en för stor mängd
tvättvätska kan orsaka mekaniska skador på kompressorn och en för
20 liten mängd tvättvätska leder till dålig blötläggning av
kompressorkomponenterna. Vidare måste dropparna vara små då en
för stor droppmassa kan orsaka erosionsskador vid kollisionen med
rotor och statorblad.

25 En gasturbinkompressor är konstruerad för att komprimera den inkommende luften. I rotorn omvandlas rotorenergi till kinetisk energi av rotorbladet. I den efterföljande statorledskenan omvandlas den kinetiska energin till en tryckstegring genom
hastighetsminskning. För att kompressionsförfarandet skall fungera
30 krävs höga hastigheter. T.ex. är det vanligt hos moderna gasturbiner
att rotorns bladspets uppnår överljudshastighet. Det innebär också

Int. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfoten Kassan

att den axiella lufthastigheten i kompressorns inlopp är mycket hög, typiskt 0.3 – 0.6 Mach eller 100 – 200 m/s.

Enligt känd teknik pumpas tvättvättska under högt tryck i en ledning

- 5 till ett munstycke monterat på kanalväggen uppströms kompressorinloppet. I munstycket får vätskan en hög hastighet varvid atomisering sker och en spray av droppar bildas. Sprayen fångas upp av luftströmmen och vätskedropparna transporteras med luftströmmen in i kompressorinloppet. Genom val av utformning av munstycket kan stora eller små droppar bildas. Alternativt kan ett munstycke konstruerat för små droppar väljas. Med små droppar menas i detta avseende droppar med en diameter mindre än 150 μm . Nackdelen med små droppar är att de har en liten massa och får därmed en liten rörelseenergi. Dropparna bromsas lätt av luftmotståndet i och räckvidden begränsas. Alternativt kan ett munstycke konstruerat för stora droppar väljas. Med stora droppar avses här droppar med en diameter större än 150 μm . Stora droppar har fördelen av en hög rörelseenergi. Förhållandet mellan droppens storlek och dess massa är att massan proportionell med dess radie 3 . Till exempel, en 200 μm droppe är dubbelt så stor som en 100 μm droppe men har 8 gånger dess massa. Genom den stora massan uppkommer en längre räckvidd jämfört med den lättare droppen. Nackdelen med stora droppar är att då dropparna följer med luftströmmen och uppnås också höga hastigheter under transporten fram till kompressorn. I kollisionsögonblicket med bladytan överförs stora energier varvid skador på bladytan kan uppkomma. Skadorna uppträder som erosionsskador.

- För att uppnå en god rengöringseffekt måste sprayen tränga in i luftströmmens kärna. En speciell svårighet med on-line washing metoden, t.ex. den som visas i US-A-5011540, är just att få tvättvättskan in i den centrala delen i luftkanalen. I luftkanalen råder

Ink t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxon Kassen

under drift såsom nämnts ovan mycket höga lufthastigheter som gärna sliter tvättvätskan med sig innan den hunnit penetrera in till den centrala delen av luftströmmen. Därmed måste dropparna vara små för att man skall undvika erosionsskador. Emellertid uppvisar

- 5 små droppar en allvarlig nackdel i detta sammanhang. Små droppar har en liten rörelseenergi p.g.a. den ringa massan och bromsas snabbt då atomiseringen fullbordats. I motsats till detta uppvisar stora droppar en mycket god förmåga att bibehålla initialhastigheten över en lång sträcka. En spray bestående av små droppar har därför
10 svårt att penetrera in i luftströmmens kärna. Detta problem är speciellt påtagligt för stora gasturbiner med stora kanalgeometrier där avståndet från munstycket till luftkanalens centrala del är stort.

Sammansättningsvis är således rengöring av gasturbinenheter, i

- 15 synnerhet under drift, förknippade med en mängd problem.

Sammanfattning av upfinningen

Ett syftet med föreliggande upfinning är således att tillhandahålla ett munstycke och ett förfarande för att rengöra en gasturbinenhet på
20 ett effektivt och skonsamt sätt under drift.

Detta och andra syften uppnås enligt föreliggande upfinning genom ett munstycke och ett förfarande som har de i de oberoende patentkraven definierade särdragten. Föredragna utföringsformer
25 definieras i de beroende kraven.

För tydighetsskull avser termerna "vinkel mot axelcentrum" eller "vinkel mot centrumaxeln" en vinkel mellan riktningen för en vätskestråle från en dysa och ett referensplan parallellt med en
30 centrumaxel genom munstyckeskroppen.

Enligt en första aspekt av föreliggande upfinning, tillhandahålls ett munstycke för att rengöra en gasturbinenhet. Munstycket är

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudforsen Kassan

anordnat att atomisera en rengöringsvätska i luftströmmen i ett
luftintag till nämnda gasturbinenhet och innehåller en
munstyckeskropp som i sin tur innehåller en inloppsända för intag av
nämnda rengöringsvätska och en utloppsända för utsläpp av nämnda
5 rengöringsvätska. Munstycket innehåller vidare ett flertal dysor som
är anslutna till utloppsänden och att respektive dusa är anordnad vid
ett lämpligt avstånd från munstyckeskroppegens centrumaxel.

Enligt en andra aspekt av föreliggande uppfinning, tillhandahålls ett
10 förfarande för att rengöra en gasturbinenhet som innehåller steget att
atomisera en rengöringsvätska i ett luftintag till nämnda
gasturbinenhet genom användning av ett munstycke innehållande en
munstyckeskropp som innehåller en inloppsända för intag av nämnda
rengöringsvätska och en utloppsända för utsläpp av nämnda
15 rengöringsvätska. Förfarandet kännetecknas av steget att alstra
nämnda atomiserade rengöringsvätska genom att tillföra nämnda
vätska åt ett flertal till nämnda utloppsända anslutna dysor, varvid
respektive dusa är anordnad vid ett lämpligt avstånd från nämnda
munstyckeskroppegens centrumaxel.

20

Föreliggande uppfinning är baserad på idén att öka den lokala
densiteten på den insprutade rengöringssprayen i ett önskat område
genom att tillföra rengöringsvätskan genom ett flertal till munstycket
anslutna dysor som är anordnade på lämpliga avstånd från
25 munstyckets centrumaxel. Därmed kan man förbättra
rengöringssprayens förmåga att penetrera luftströmmen avsevärt
med bibeckan eller t.o.m. minskad droppstorlek, d.v.s. munstycket
enligt föreliggande uppfinning medger alltså att tvättvätskan injiceras
in i den centrala delen av luftströmmen i luftkanalen utan att öka
30 droppstorleken. Följaktligen undviker man eller reducerar kraftigt
erosionsskador på de i gasturbinen ingående komponenterna

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Muvudfören Kassan

8

samtidigt som man erhåller en mycket hög effektivitet vad gäller rengöringsprocessen jämfört med konventionella lösningar.

En annan fördel är att munstycket kan användas såväl i gasturbiner

5 med små geometrier som i gasturbiner med stora geometrier.

Ytterligare en fördel är att rengöringen av komponenterna i gasturbinenheten kan utföras under drift av enheten med avsevärda kostnads besparingar som följd. En annan fördel är att munstycket

10 enligt föreliggande uppfinning även kan användas vid crank washing.

Enligt en föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning är respektive dysa är anordnad med en vinkel mot munstyckets axelcentrum så att den från respektive dysas öppning emanerande

15 vätskan riktas mot nämnda axelcentrum. Däriigenom kommer vätskestrålen från en dysa företrädesvis att ligga inom ett vinkelområde 0 - 80° och mer företrädesvis inom ett vinkelområde 10 - 70°.

20 Genom att rikta dysorna i en lämplig vinkel mot centrumaxeln erhåller man önskad täckning med vilket menas att sprayen skall ha en sprayvinkel för att tillfredställande blötlägga rotorblad och ledskenor inom det segment av kompressorinloppet där sprayen verkar. Villkoret för täckning uppfylls alltså genom att välja ett

25 munstycke med en bestämd sprayvinkel. Genom att rikta dysorna i en lämplig vinkel mot centrumaxeln erhåller man en lokalt förhöjd densitet och därigenom uppnås en högre grad av penetration av vätskan in i luftströmmen.

30 Effekten av uppfinningen förbättras ytterligare genom att den av vätskan bildade sprayen uppvisar en mindre projicerad area mot

Ink t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Motvridnings Kassan

luftströmmen jämfört med sprayen från ett konventionellt munstycke. Genom den mindre projicerade arean kommer sprayen inte lika lätt att fångas av luftströmmen och därmed bättre penetrera luftströmmen.

5

Enligt en föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning är var och en av nämnda dysor är anordnade vid väsentligen samma avstånd från nämnda centrumaxel och med väsentligen samma vinkel mot nämnda centrumaxel. Denna konstruktion har man funnit vara fördelaktig för att öka den lokala densiteten på den insprutade rengöringssprayen i det önskade området och därmed kraftigt reducera erosionsskadorna på de i gasturbinen ingående komponenterna samtidigt som man erhåller en mycket hög effektivitet vad gäller rengöringsprocessen

10

Enligt en exemplifierande utföringsform av föreliggande uppfinning är dysorna anordnade så att deras dysöppningar är riktade mot nämnda centrumaxel med en konjunktionspunkt inom intervallet 5-30 cm från nämnda dysöppningar.

15

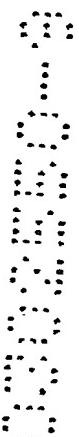
Företrädesvis ligger vätsketrycket i nämnda dysor inom intervallet 35-175 bar.

20

Företrädesvis är dysöppningarna anordnade att i samverkan med nämnda vätsketryck bringa nämnda vätska att strömma ut med en vätskehastighet i intervallet 70-250 m/s.

I en föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning har var och en av dysöppningarna väsentligen samma utformning.

25



Int. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Hovrättegången Kassan

10

Enligt en föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning är dysan anordnad att forma en spray till en väsentligen cirkulär form, d.v.s. en spray som har ett väsentligen cirkulärt tvärsnitt. Alternativt kan dysan vara anordnad att forma en spray till en väsentligen elliptisk form eller en väsentligen rektangulär form.

- Enligt en föredragen utföringsform är två dysor är anslutna till nämnda utloppsände. Genom att använda två dysor monterade något isär från varandra och där sprayen får att sammanstråla i en punkt efter atomiseringen når man luftstrålens kärna. I den volym där sammanslagningen sker fördubblas nu densiteten och den sammanslagna sprayen får därmed en förhöjd anslagskraft mot luften och således en avsevärt förbättrad förmåga att nå luftstrålens kärna, varvid en avsevärt förbättrad effektivitet i rengöringsprocessen uppnås samtidigt som risken för erosionsskador på de i turbinen ingående komponenterna kraftigt reduceras jämfört med konventionella lösningar eftersom droppstorleken kan vara liten, d.v.s. med en diameter mindre än 150 µm.
- Ytterligare syften och fördelar med föreliggande uppfinning kommer att bli uppenbara genom den följande detaljerade beskrivningen av föredragna utföringsformer.

Kort beskrivning av ritningarna

- Föredragna utföringsformer av föreliggande uppfinning kommer nu att beskrivas detaljerat med hänvisning till de bifogade ritningarna på vilka:
- Fig. 1 visar en del av gasturbin och placering av munstycken för injicering av tvättväska i luftströmmen.

bkt Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudforsen Kassan

Fig. 2 visar atomiseringen av tvättvätska i ett munstycke

Fig. 3 visar ett konventionellt munstycke för injicering av tvättvätska i ett gasturbininlopp.

5

Fig. 4 visar ett munstycke enligt uppfinningen och exemplifierar en första utföringsform av uppfinningen.

10 Fig. 5 visar munstycket enligt den första utföringsformen av uppfinningen.

Fig. 6 visar ett munstycke enligt uppfinningen och exemplifierar en andra utföringsform av uppfinningen.

15 Beskrivning av föredragna utföringsformer

Med hänvisning först till fig. 1 visas en del av en gasturbin 1 och placeringen av munstycken för injicering av tvättvätska i ett kompressorinlopp. Gasturbinen har ett luftintag 2 som är rotationssymrisk kring axeln 3. Flödesriktningen för luften visas med pilar. Luften inkommer radieellt i inloppet för att böjas av och strömma parallellt med maskinaxeln genom kompressorn 14. Kompressorn 14 har ett inlopp 4 på framkanten till den första skivan 5 med statorblad. Efter skiva 5 med statorblad följer en skiva 6 med rotorblad, följt av en skiva 7 med statorblad, och så vidare.

20 25 Luftintaget har en inre kanalvägg 8 och en yttre kanalvägg 9. Ett munstycke 10 är monterat på den inre kanalväggen. En ledning 11 förbinder munstycket med en pump (visas inte) som förser munstycket med tvättvätska. Efter att ha passerat genom munstycket 10 atomiseras tvättvätskan och bildar en spray 12.

30 4. Alternativt kan munstycket 13 monteras på den yttre kanalväggen 9.

Ink. t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxon Klassen

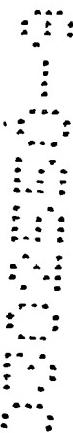
Fig. 2 visar atomisering av en vätska ur ett munstycke. Ett munstycke 20 har en central axel 24, en öppning 21 för införsel av tvättvätska och en dysa 23 med en dysöppning 22 där vätskan lämnar munstycket. Dysöppningens area och vätskans tryck är anpassat för ett önskat flöde. Dysan 23 har ett hål där tvättvätskan strömmar. För ett munstycke för tvättning av gasturbinkompressorer är tryck och dysöppningens area så vald att vätskehastigheten i dysöppningen hög, i storleksordningen 100 m/s.

10

Strömningsriktningen blir i hålets axelriktning. Om dysans hål är cirkulärt bildas också en spray som har ett cirkulärt tvärsnitt. Sprayen utbreder sig i med en komposant i hålets axelriktning och en annan komposant vinkelrätt mot axelriktningen. Enligt Fig.2 kan då 15 kan sprayens geometri beskrivas som en kon med basen C och höjden B och där C är konans diametern.

20

Efter att vätskan lämnat dysöppningen påbörjas atomisering innehållande att vätskan först fragmenteras för att i den fortsatta atomisningsprocessen så småningom brytas ner i små partiklar. Partiklarna intar slutligen en sfärisk form styrt av att 25 ytspänningsenergin minimeras. Vid ett avstånd A från dysans mynning 22 enligt Fig.2 har atomiseringen huvudsakligen fullbordats. En spray bestående av droppar av varierande storlek har då bildats. För ett munstycke i en gasturbinapplikation och som arbetar med ett vätskettryck på 70 – 140 bar är avstånd A typiskt 5 – 20 cm. Vid ett ytterligare avstånd B har dropparna fortsatt att utbreda sig men det är nu större avstånd mellan dropparna. Att 30 avståndet mellan dropparna är större innehåller att sprayens densitet är lägre. Om tvättvätskan antas vara vatten är densiteten innan atomiseringen påbörjas 1000 kg/m^3 . Vid avstånd B kännetecknas sprayen av att ha en lägre densitet än vid avstånd A där densiteten



Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudforsen Kassan

definieras som antal partiklar per volymenhet lokalt. För ett munstycke i en gasturbinapplikation och som arbetar med ett vätskettryck på 50 - 140 bar är densiteten vid A typiskt 20 kg/m³.

- 5 Det är uppenbart att då dropparna kolliderar med luftmolekylerna i omgivningen reduceras hastigheten. En central fråga för denna uppfinning är hur långt sprayen kommer att penetrera luften innan luftströmmen har hunnit transportera vätskan till kompressorinloppet. En enskild droppe med en bestämd
 10 initialhastighet bromsas snabbt av kollisionerna med luftmolekylerna för att asymptotiskt nå hastigheten noll. En fackman kan beräkna droppens hastighet som funktion av avståndet från dysspetsen utgående från kraftbalansen för det aerodynamiska strömningsmotståndet och impulskraften. För sprayen som helhet
 15 gäller att den skall tränga undan den luft för vars plats den skall inta. Detta kan efterliknas vid att sprayen har en anslagskraft mot luften kännetecknad av dess densitet, volymflöde och hastighet.
 Anslagskraften beräknas som
- 20 $F = \text{dens} * Q * V * Cd \quad (\text{ekv. 1})$

där

F = anslagskraften

25 dens = densiteten

Q = volymflöde

V = hastighet

Cd = deaccelerationskoefficient

30 Deaccelerationskoefficienten beräknas utifrån kraftbalansen för droppens aerodynamiska strömningsmotstånd och dess impulskraft.

Ink t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxon Kassetten

För tvättförfarandet enligt uppfinningen är det viktigt att sprayen väl penetrerar luftströmmen. Detta sker genom en hög anslagskraft enligt definitionen ovan. Vidare krävs för ett gott tvättresultat att sprayen har en bestämd täckning. Med täckning menas att sprayen

5 skall ha en sprayvinkel för att tillfredsställande blötlägga rotorblad och ledskenor inom det segment av kompressorinloppet där sprayen verkar. Villkoret för täckning uppfylls genom att välja ett munstycke med en bestämd sprayvinkel.

10 Kännetecknande för en spray enligt ovan är att dess anslagskraft är som störst vid munstyckets mynning för att därefter avta med ökande avstånd. Om tvättvätskan antas vara vatten är dess densitet i munstyckets mynning ungefär 1000 kg/m^2 och arean beräknas utifrån hålets diameter. På varje avstånd från munstyckets mynning 15 kan då anslagskraften beräknas enligt ekv. 1. Den ökande arean med ökande avstånd resulterar i att anslagskraften går mot noll.

Fig. 3 visar samma spray som visas i Fig.2 där identiska delar har samma nummer som i Fig. 2. Fig.3 visar användandet av ett

20 konventionellt munstycke. Avståndet D anger den sträcka som sprayen förmår penetrera luftströmmen innan luftströmmen har transporterat vätskedropparna till kompressorinloppet. Villkoret för täckning uppfyllts genom val av munstycke med sprayvinkel 34 resulterande i sprayens täckning E vid avståndet D.

25

I beskrivningen ovan har redovisats en spray som har ett cirkulärt tvärsnitt. Genom att välja en dysa som med en lämplig formad öppning får en elliptiskt eller en rektangulärt formad spray. I samband med tvättning av gasturbinkompressorer är icke cirkulära sprayer också användbara.

30 Med hänvisning nu till Fig. 4 och Fig. 5 visas en första utföringsform av föreliggande uppfinning. Uppfinningen avser ett munstycke

4291080

15

Ink t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

- Huvudföremålet består i en spray med förhöjd anslagskraft. Genom den förhöjda anslagskraften kommer avståndet D såsom visades i Fig.3 att öka varvid ovan nämnda problem att få sprayen att penetrera in i luftströmmens kärna helt eller delvis undanrörts. Fig. 4 visar ett
- 5 munstycke enligt uppfinningen. Ett munstycke 54 innehållande en munstyckeskropp 40 med en central axel 49 har en öppning 41 för införsel av tvättvättska och en första dysa 42 som är ansluten till en utloppsände 55 och dysan 42 har en öppning 43 där vätskan lämnar munstycket. Den första dysan 42 är monterad vid sidan av
- 10 axelcentrum och med en vinkel mot axelcentrum så att den bildade sprayen riktas mot axelcentrum. Den spray som bildas är cirkulär. Sprayens geometri kan beskrivas som en kon med basen mellan punkt 44 och 45 och konens spets punkt 43. Munstycket 54 har en andra dysa 46 ansluten till en utloppsände 55 och dysan 46 har en
- 15 öppning 47 där vätskan lämnar munstycket. Dysan 46 är monterad vid sidan av axelcentrum och med en vinkel mot axelcentrum så att den bildade sprayen riktas mot axelcentrum. Den andra sprayens geometri kan beskrivas som en kon med basen mellan punkt 45 och 48 och konens spets i punkt 47. Enligt föreliggande uppfinning är
- 20 dysorna riktade med en vinkel mot axelcentrum så att vätskestrålen från en dysa till sin riktning företrädesvis ligger inom ett vinkelområde 0 - 80° och mer företrädesvis inom ett vinkelområde 10 - 70°.
- 25 De två dysöppningarna har samma öppningsarea och i övrigt samma geometri varvid den inkommande vätskan fördelas lika mellan de två dysorna 42 och 46. De två dysöppningarna är riktade mot axelcentrum med en konjunktionspunkt 57 på avståndet J från dysöppningarna. Avståndet J är inom intervallet 5 - 20 cm.

Ink t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudforsen Kassan

Vätskan atomiseras då den emanerar från dysöppningarna 43 och 47. På att avstånd F från dysöppningen har atomiseringen huvudsakligen fullbordats. De två sprayerna sammanstrålar nu varvid en zon 53 uppkommer med förhöjd densitet genom sammanslagningen av de två sprayerna. Zon 53 avgränsas mellan punkt 50, 52, 45, 51 och 50. Genom den förhöjda densiteten ökas anslagskraften enligt ekv. 1. Det är ett syfte med uppfinningen att öka anslagskraften. Genom ett lämpligt val av munstyckenas sprayvinkel och sprayriktning uppnås kravet på täckningen H vid avståndet G.

Fig. 5 visar munstycket i perspektiv X – X där identiska delar har samma nummer som i Fig. 4. Fig.5 visar orientering av dysorna 42 och 46 i förhållande till luftströmmens riktning. Luftströmmens riktning visas med pilar.

Effekten av uppfinningen förbättras ytterligare genom att sprayen enligt Fig. 4 uppvisar en mindre projicerad area mot luftströmmen jämfört med sprayen från ett konventionellt munstycke. Med strömningsritningen enligt Fig. 5 utgör den projicerade arean mot luftströmmen arean mellan punkterna 47, 50, 43, 52, 48, 45, 44, 51 och 47 i Fig.4. Denna area skall jämföras med den projicerade area som uppstår vid användande av konventionell munstycksteknik enligt Fig.3. där denna area utgör arean mellan punkterna 22, 31, 32 och 22. Arean i Fig.3 är större än motsvarande area enligt Fig. 4. Genom den mindre projicerade arean kommer sprayen inte lika lätt att fångas av luftströmmen och därmed bättre penetrera luftströmmen.

Med hänvisning nu till Fig. 6 visas ett munstycke enligt uppfinningen som exemplifierar en andra utföringsform av uppfinningen. Fig. 6 visar munstycket i perspektiv X – X där identiska delar har samma

Ink t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudforsen Kassen

nummer som i Fig. 4. Då funktionen hos denna utföringsform av munstycket enligt föreliggande uppfinding är väsentligen den samma som hos den ovan beskrivna utföringsformen ges en sådan funktionsbeskrivning inte här. Fig.6 visar orienteringen av dysorna 5 42, 46 och 60 i förhållande till luftströmmen riktning. Dysan 60 har liksom dysorna 42 och 46 en öppning 61 där vätskan lämnar munstycket. Luftströmmens riktning visas med pilar. Den tredje dysan 60 är monterad vid sidan av axelcentrum vid samma avstånd från centrumaxeln 49 och med samma vinkel som dysorna 42 och 46 10 så att den bildade sprayen riktas mot axelcentrum på motsvarande sätt som den ovan diskuterade utföringsformen.

Även om de för närvarande föredragna utföringsformerna av uppfindingen har beskrivits, är det för fackmannen tydligt genom 15 beskrivningen att variationer av de föreliggande utföringsformerna kan implementeras utan att avvika från uppfindingens principer.

Avsikten är sålunda inte att uppfindingen skall begränsas endast till de strukturella eller funktionella elementen som beskrivits i 20 utföringsformen, utan endast av de bifogade patentkraven.

25

30

Ink t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

**Huvudfaxen Kassan
PATENTKRAV**

1. Munstycke för att rengöra en gasturbinenhet (1) anordnat att atomisera en rengöringsvätska i luftströmmen i ett luftintag (2) till nämnda gasturbinenhet (1) innefattande en munstyckeskropp (40) som innefattar en inloppsända (41) för intag av nämnda rengöringsvätska och en utloppsända (55) för utsläpp av nämnda rengöringsvätska, kännetecknade med att ett flertal dysor (42, 46; 42, 46, 60) är anslutna till utloppsänden (55) och att respektive dya (42, 46; 42, 46, 60) är anordnad vid ett lämpligt avstånd från nämnda munstyckeskroppe (40) centrumaxel (49).
2. Munstycke enligt krav 1, kännetecknade med att respektive dya (42, 46; 42, 46, 60) är anordnad med en vinkel mot nämnda centrumaxel (49) så att den från respektive dysas öppning (43, 47; 43, 47, 61) emanerande vätskan riktas mot en punkt på en axel som utgör en förlängning av nämnda centrumaxel (49).
3. Munstycke enligt krav 2, kännetecknade med att var och en av nämnda dysor (42, 46; 42, 46, 60) är anordnade vid väsentligen samma avstånd från nämnda centrumaxel (49) och med väsentligen samma vinkel mot nämnda axel som utgör en förlängning av nämnda centrumaxel (49).
4. Munstycke enligt krav 2 eller 3, kännetecknade med att nämnda dysor (42, 46; 42, 46, 60) är anordnade så att deras öppningar (43, 47; 43, 47, 61) är riktade mot nämnda axel som utgör en förlängning av nämnda centrumaxel (49) med en konjunktionspunkt inom intervallet 5-30 cm från nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61).

4291080

19

Int. t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudtalen Kosen

5. Munstycke enligt något av ovanstående krav, kännetecknat av att vätsketrycket i nämnda dysor (42, 46; 42, 46, 60) ligger inom intervallet 35-175 bar.

5

6. Munstycke enligt krav 5, kännetecknat av att nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61) är anordnade att i samverkan med nämnda vätsketryck bringa nämnda vätska att strömma ut med en vätskehastighet i intervallet 50-250 m/s.

10

7. Munstycke enligt något av ovanstående krav, kännetecknat av att var och en av nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61) har väsentligen samma utformning.

15

8. Munstycke enligt något av ovanstående krav, kännetecknat av att nämnda dysor (43, 47; 43, 47, 61) är anordnade att forma en spray till en form enligt någon i gruppen väsentligen cirkulär, väsentligen elliptisk eller väsentligen rektangulär.

20

9. Munstycke enligt något av ovanstående krav, kännetecknat av att två dysor (42, 46) är anslutna till nämnda utloppsände.

25

10. Förfarande för att rengöra en gasturbinenhet (1) innehållande steget att atomisera en rengöringsvätska i ett luftintag (2) till nämnda gasturbinenhet (1) genom användning av ett munstycke (54) innehållande en munstyckeskropp (40) som innehåller en inloppsände (41) för intag av nämnda rengöringsvätska och en utloppsände (55)

30

Ink t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudforsen Kassan
För utsläpp av nämnda rengöringsvätska, k ä n n e t e c k n a
t av steget att

5 alstra nämnda atomiserade rengöringsvätska genom att
tillföra nämnda vätska åt ett flertal till nämnda utloppsände
(55) anslutna dysor (42, 46; 42, 46, 60), varvid respektive
dysa (42, 46; 42, 46, 60) är anordnad vid ett lämpligt avstånd
från nämnda munstyckeskropps (40) centrumaxel (54).

11. Förfarande enligt krav 10, k ä n n e t e c k n a t av steget
10 att rikta den från respektive dysas öppning (43, 47; 43, 47,
61) emanerande vätskan mot en punkt på en axel som utgör
en förlängning av nämnda centrumaxel (49).

12. Förfarande enligt krav 12, k ä n n e t e c k n a t av steget
15 att rikta den från var och en av dysorna (42, 46; 42, 46, 60)
emanerande vätskan mot nämnda centrumaxel med
väsentligen samma vinkel genom att anordna var och en av
nämnda dysor (42, 46; 42, 46, 60) vid väsentligen samma
avstånd från nämnda centrumaxel (49) och med väsentligen
20 samma vinkel mot nämnda axel som utgör en förlängning av
nämnda centrumaxel (49).

13. Förfarande enligt krav 11 eller 12, k ä n n e t e c k n a t
25 av steget att rikta nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61)
mot nämnda axel som utgör en förlängning av nämnda
centrumaxel (49) med en konjunktionspunkt inom intervallet
5-30 cm från nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61).

14. Förfarande enligt något av kraven 12-15, k ä n n e t e c k
30 n a t av att vätsketrycket i nämnda dysor (42, 46; 42, 46, 60)
ligger inom intervallet 35-175 bar.

4291080

21

Int. Patent- och reg.verket

2003 -09- 25

Munstyckens Kassan

15. Förfarande enligt krav 14, kännetecknat av steget att bringa nämnda vätska att strömma ut från nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61) med en vätskehastighet i intervallet 50-250 m/s.
- 10
16. Förfarande enligt något av krav 10-15, kännetecknat av att var och en av nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61) har väsentligen samma utformning.
- 15
17. Förfarande enligt något av kraven 10-16, kännetecknat av att nämnda dysor (43, 47; 43, 47, 61) är anordnade att forma en spray enligt någon i gruppen väsentligen cirkulär, väsentligen elliptisk eller väsentligen rektangulär.
18. Munstycke enligt något av kraven 10-17, kännetecknat av att två dysor (42, 46) är anslutna till nämnda utloppsände.

20

25

30

Ink t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfoxan Kassan

SAMMANDRAG

Ett munstycke (54) för rengöring av en gasturbinenhet (1) under drift. Uppfinningen hänför sig vidare till ett förfarande för att rengöra en 5 gasturbinenhet (1) under drift. Munstycket (54) är anordnat att atomisera en rengöringsvätska i luftströmmen i ett luftintag (2) till nämnda gasturbinenhet (1) och innehåller en munstyckeskropp (40) innehållande en inloppsände (41) för intag av nämnda rengöringsvätska och en utloppsände (55) för utsläpp av nämnda 10 rengöringsvätska. Munstycket innehåller vidare ett flertal dysor (42, 46; 42, 46, 60) som är anslutna till utloppsänden (55) och respektive dysa (42, 46; 42, 46, 60) är anordnad vid ett lämpligt avstånd från nämnda munstyckeskropps (40) centrumaxel (49) varigenom man kan öka den lokala densiteten hos den insprutade 15 rengöringssprayen i ett önskat område med bibehållen droppstorlek och därigenom förbättra effektiviteten i rengöringsprocessen avsevärt samtidigt som risken för skador på komponenterna i gasturbinenheten reduceras signifikant.

20 (Fig. 1).

Ink t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassan

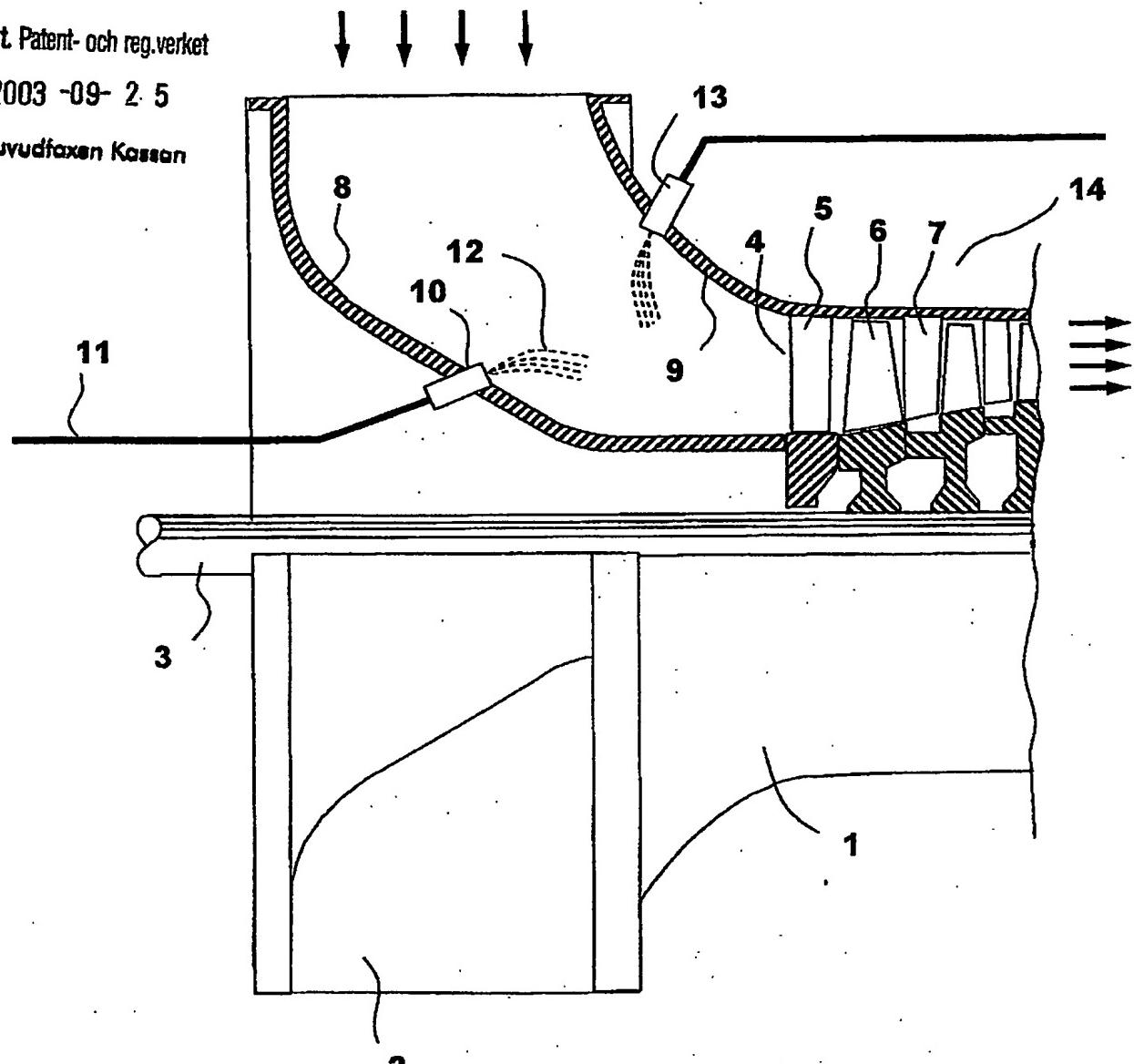


Fig. 1

bik t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxon Kassan

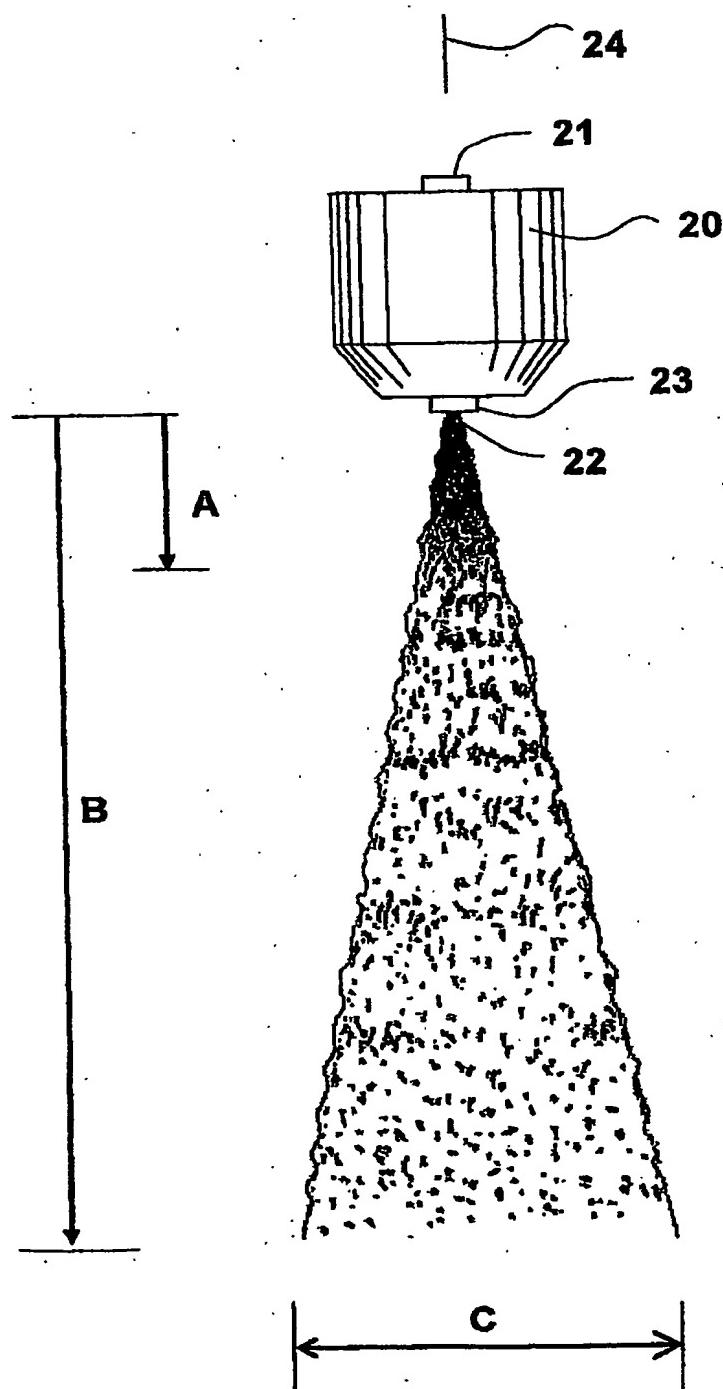


Fig. 2

Lik t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassan

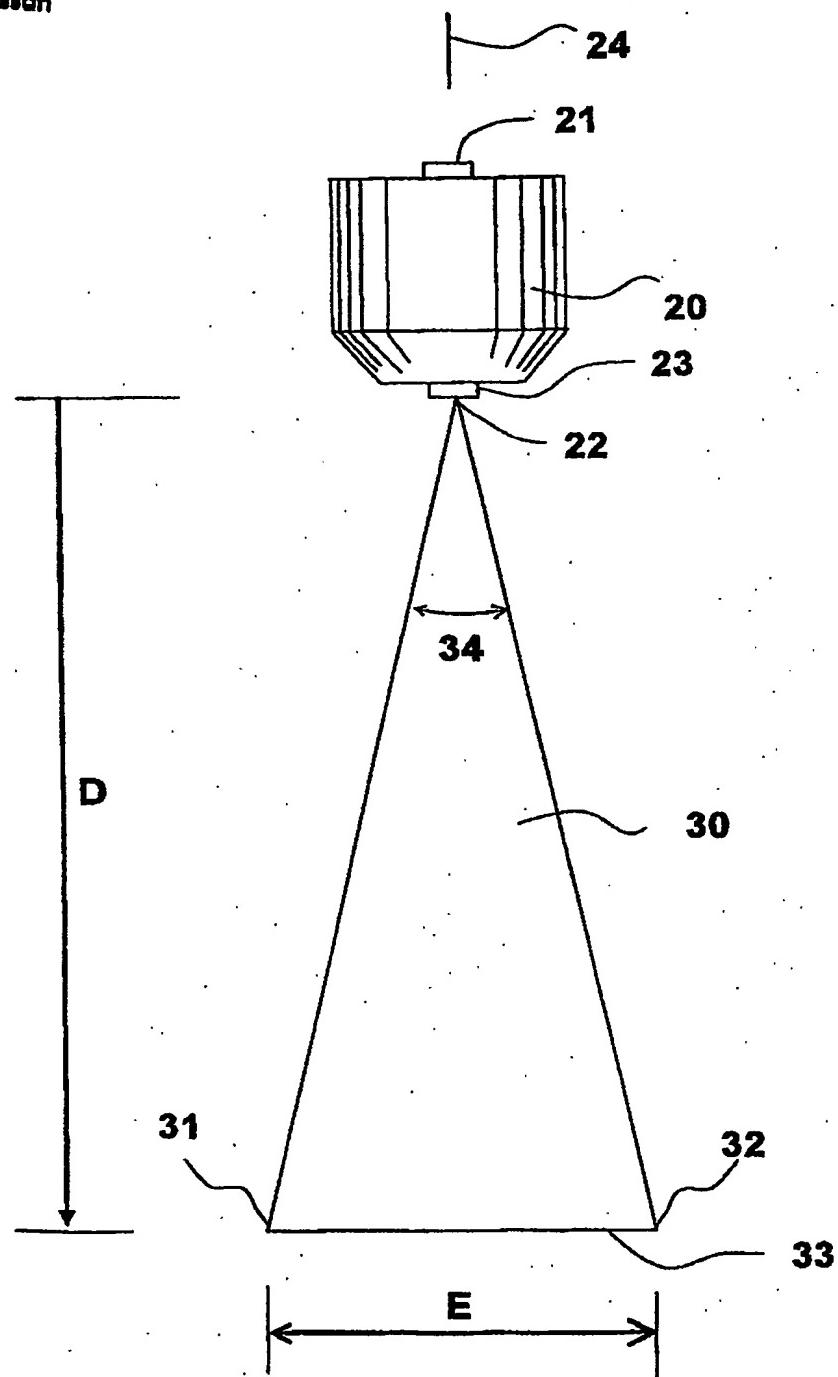


Fig. 3

Ink t Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfoxen Kassan

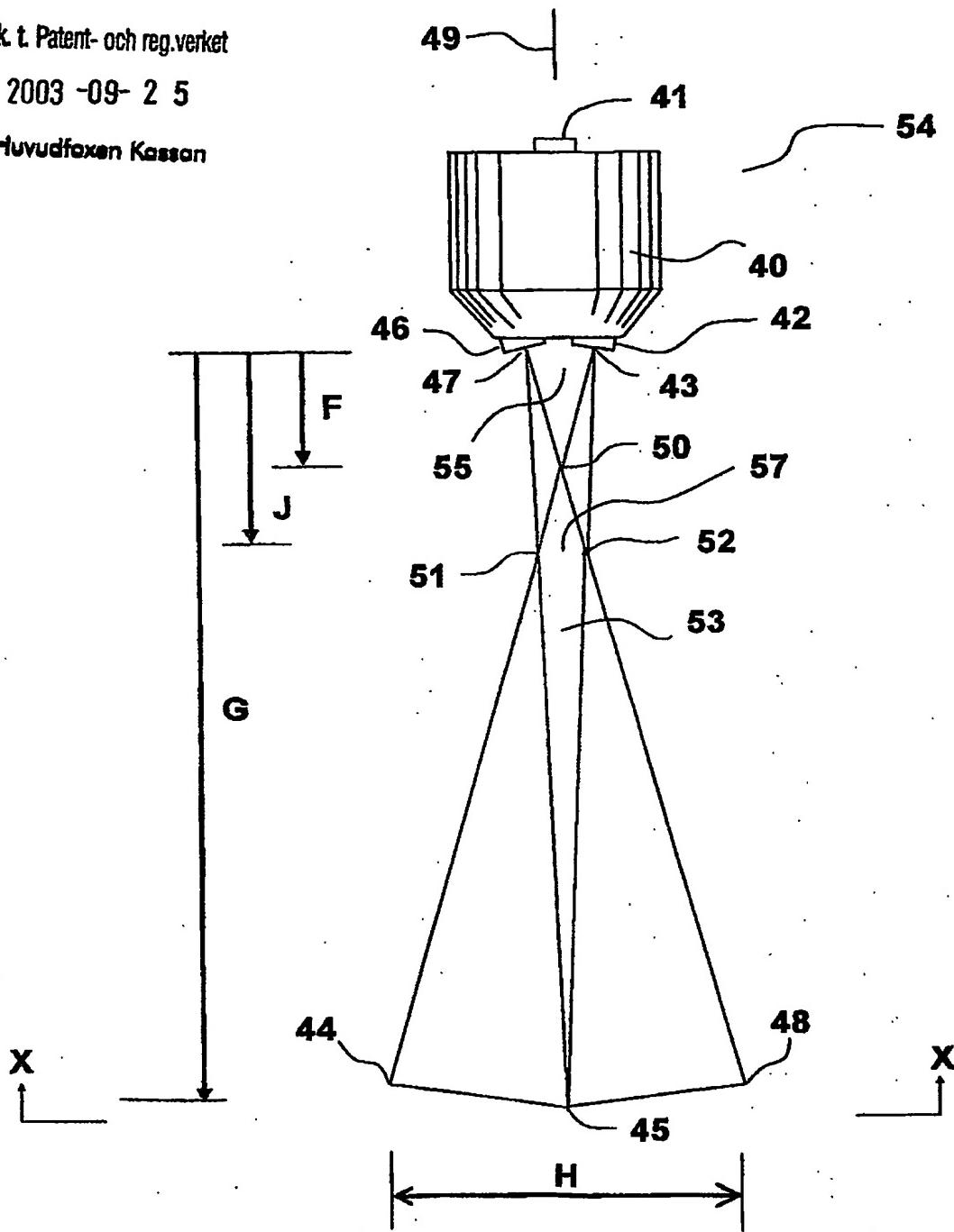
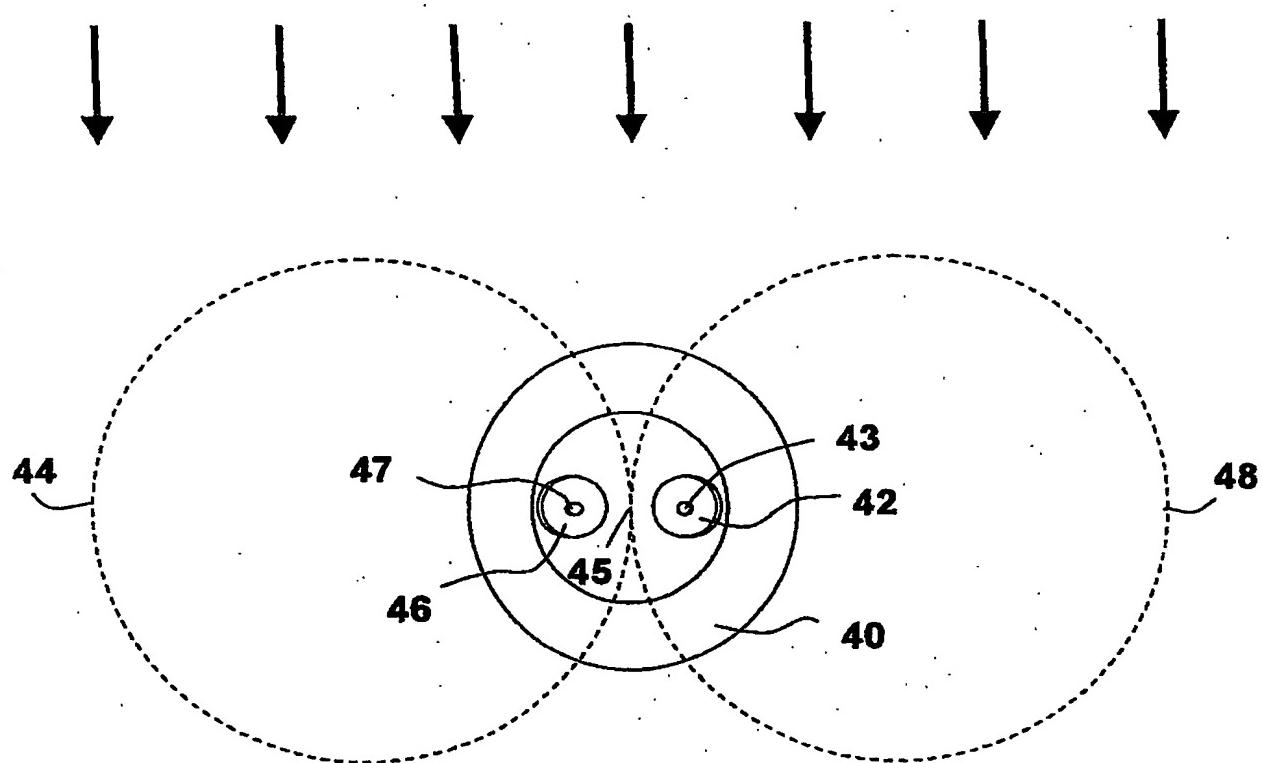


Fig. 4

Llk. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassan



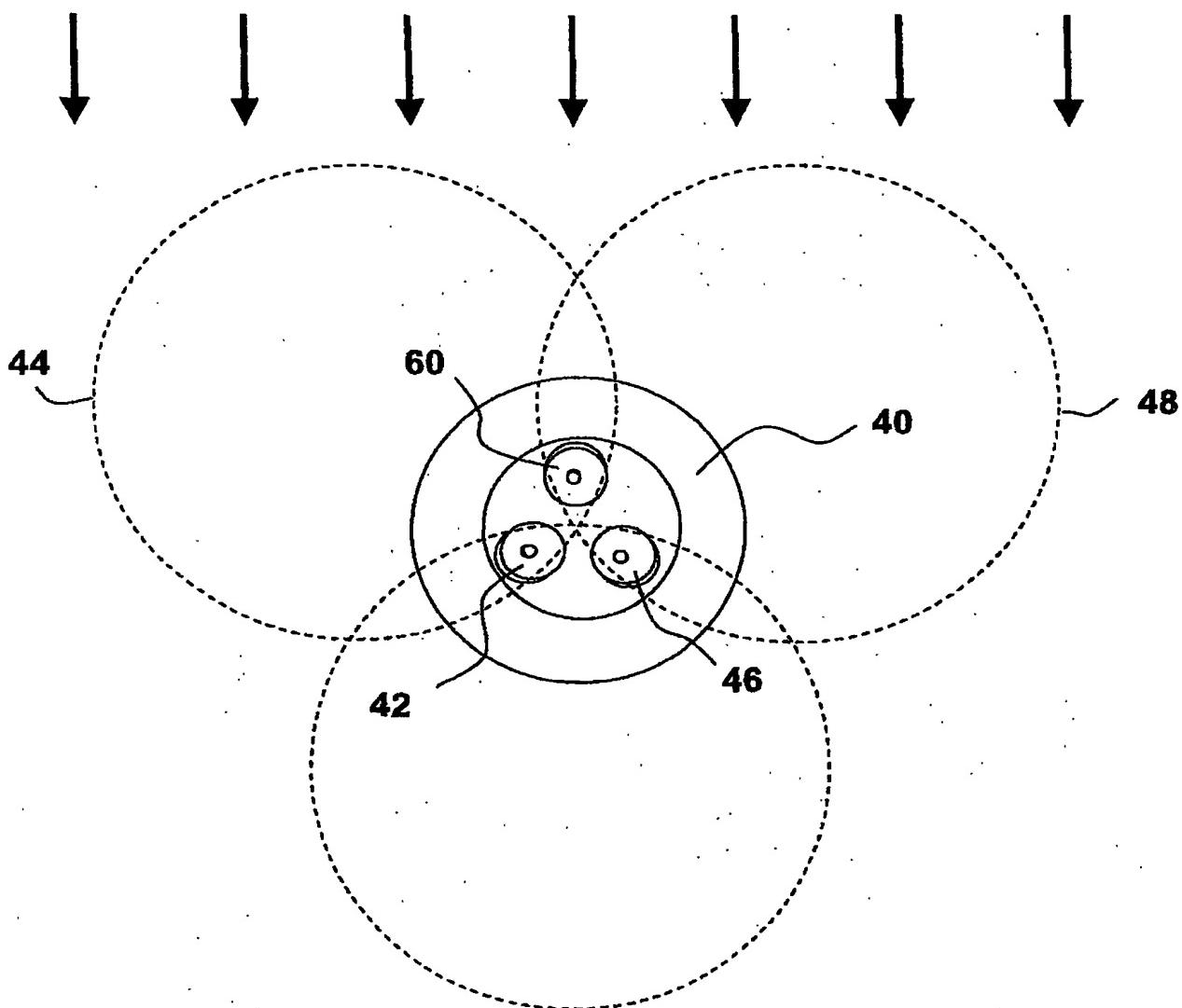
Vy X-X

Fig. 5

Mkt Patent- och reg.verket

2003-09-25

Huvudfaxes Kassan



Vy X-X

Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.